DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

طبقه‌بندی پوشش گیاهی در ارتباط با برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع دشت سیستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تجزیه‌های چندگانه

معین جهان‌تیغ[۱] و منصور جهان‌تیغ[۲*]

[۱] ایران، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه آبخیزداری

[۲] ایران، زابل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، بخش منابع طبیعی و آبخیزداری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۰

چکیده

برای انجام این پژوهش در ابتدا با تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ و تلفیق آن با نقشه زمین‌شناسی، واحدهای همگن تعیین و در مناطق معرف هر جامعه گیاهی به روش تصادفی- سیستماتیک نمونه‌برداری انجام شد. در هر واحد همگن نمونه‌برداری در طول سه ترانسکت ۵۰۰ متری عمود بر شیب عمومی انجام شد. بر روی هر یک از این ترانسکت‌ها ده پلات ۳×۳ متری به فاصله ۵۰ متر از هم مستقر و ویژگی‌های مربوط به هرگونه گیاهی شامل، فرم رویشی، نام علمی، تیره، درصد تاج پوشش برداشت شد. همچنین ۴۸ نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری برداشت و برخی از ویژگی‌های آن مانند بافت خاک، مواد آلی، شوری، pH و نسبت جذب سدیم اندازه‌گیری شد. طبقه‌بندی جوامع گیاهی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای (شاخص اقلیدسی) پوشش گیاهی و تعیین عوامل تأثیرگذار بر پراکنش جوامع گیاهی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد. نتایج نشان داد که پوشش گیاهی منطقه شامل چهار زیر اجتماع گیاهی است و جنس‌های گیاهی گز درختچه‌ای (*Tamarix strict*) و سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) با فرم رویشی درختچه‌ای- بوته‌ای به‌ترتیب با ۳۷/۲ و ۲۶/۵ درصد بیشترین فراوانی را داشتند. در بررسی نتایج تحلیل واریانس نیز یافته‌ها نشان داد که درصد شن، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و ماده آلی در زیر اجتماعات طبقه‌بندی شده تفاوت معنی‌دار داشته است ($P<0/05$). همچنین نتایج نشان داد که مهم‌ترین عوامل مؤثر بر استقرار و پراکنش جوامع گیاهی در منطقه مقادیر درصد شن، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و درصد ماده آلی است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل خوشه‌ای، پوشش گیاهی، سیستان، ویژگی‌های خاک.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: Mjahantigh2000@yahoo.com

مقدمه

استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در بوم‌سازگانه‌های خشک و نیمه خشک برآیندی از عوامل محیطی، نیازهای بوم‌شناسی و دامنه بردباری هر گونه نسبت به عوامل محیطی مهم در هر رویشگاه است (۳۷، ۲۳). عوامل محیطی و اقلیمی به‌طور عمده نقش بسزایی در پراکنش گونه‌های گیاهی در مناطق مختلف از جمله مناطق خشک با بوم-سازگانه‌های شکننده ایفاء می‌نماید (۲۷). از این‌رو با تغییر در عوامل محیطی از جمله خاک، اقلیم و پستی و بلندی، پویایی جوامع گیاهی نیز دستخوش تغییرات می‌شود (۱۸). این تغییرات در جوامع گیاهی مناطق خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. چرا که فقر پوشش گیاهی و به دنبال آن روند افزایشی بیابان‌زایی در این مناطق امروزه مشکلات عدیده‌ای از جمله فرسایش و ایجاد پدیده گرد و غبار را به‌همراه داشته که ضمن تخریب محیط زیست،

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

حیات ساکنین این مناطق را نیز با تهدید همراه نموده است (۱۹). با توجه به بروز خشک‌سالی‌های متناوب در مناطق خشک و بحران کمبود آب در این نواحی ویژگی‌های خاک با توجه به ارتباط متقابل آن با منابع آبی، نقش بسزایی در ترکیب و پراکنش جوامع گیاهی در مناطق خشک دارند (۲۵). از این‌رو شناخت روابط بین جوامع گیاهی و ویژگی‌های خاک ضمن درک فرآیندهای حاکم در بوم-سامانه‌های خشک، بستری مناسب برای اتخاذ اقدامات مدیریت کارآمد جهت حفظ، احیاء و مدیریت پوشش گیاهی در این مناطق را فراهم می‌کند. مطالعات متعددی در زمینه همبستگی بین عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در نقاط مختلف جهان توسط محققین متعدد صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: Zhang and Dong (۳۷) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین عوامل محیطی با تنوع گونه‌ای در اراضی زراعی رها شده فلات لسی چین پرداختند. آنها با تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تجزیه تطبیقی متعارف (CCA) دریافتند که نوع خاک و عوامل توپوگرافی از مهم‌ترین عوامل در احیاء و پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. بررسی اثر عوامل محیطی بر پراکنش گیاهان در نواحی ساحلی مدیترانه‌ای در کشور ایتالیا بیانگر آن بود که رطوبت خاک، اسیدیته، درصد آهک، نمک و ماده آلی مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار بر روی الگوی پوشش گیاهی است (۲۴). بررسی رابطه بین عوامل خاکی با پوشش گیاهی در تونددرا نشان داد که ترکیب گیاهی عمدتاً به اسیدیته، درجه حرارت، رطوبت و نیتروژن خاک وابسته است (۳۰). در مطالعه‌ای برای شناخت عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع ساحلی منطقه نیجر با طبقه‌بندی پوشش گیاهی و بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تغییرات مقادیر درصد شن، ماسه، رس، سیلت، کلسیم، کربن آلی و فسفر موجود در خاک را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی و تفاوت جوامع گیاهی در منطقه مورد مطالعه گزارش شده است (۵،۲۶). در بررسی تأثیر عوامل محیطی در توزیع گونه‌های گیاهی در اراضی ساحلی دلتاهای شمال غرب مصر با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی بیانگر آن بود که ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از مهم‌ترین عوامل در استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه بوده است (۲۱،۳). همچنین در بررسی اثر مهم‌ترین عوامل محیطی بر پوشش گیاهی اراضی لسی پلاتیو در کشور چین با طبقه‌بندی پوشش گیاهی و استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) مشخص شد که تغییر در خصوصیات خاک و عوامل اقلیمی مهم‌ترین عوامل بر استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مزبور است (۳۸). در مطالعات صورت گرفته در ایران نیز کوهگردی و همکاران (۳۵) به بررسی اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر پوشش گیاهی در مراتع منطقه عسلویه پرداختند. آنان با طبقه‌بندی پوشش گیاهی و تجزیه و تحلیل آماری ویژگی‌های خاک متغیرهایی از جمله هدایت الکتریکی، اسیدیته، میزان سدیم و بافت خاک را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تفکیک جوامع گیاهی و توزیع پوشش گیاهی در منطقه فوق معرفی نموده‌اند. بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی در بخشی از مراتع ییلاقی پلور با استفاده از تجزیه تطبیقی متعارفی (CCA) نشان داد که ویژگی‌های فیزیوگرافی و عوامل خاکی رابطه معنی‌داری با تراکم گونه‌های گیاهی و درصد تاج پوشش داشته است (۱۳، ۱۲). بررسی روابط عوامل محیطی با پوشش گیاهی و پراکنش گونه‌های گیاهی در دریاچه حوضه سلطان قم با بکارگیری تکنیک‌های رسته‌بندی با استفاده از روش‌های PCA و CCA نشان داد که عوامل خاکی از جمله رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بافت و آهک از عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی در مناطق پایین دست هستند (۳۸). در بررسی ارتباط پوشش گیاهی با عوامل خاکی با استفاده از تجزیه چند متغیره در مراتع قشلاقی حوزه چمران استان خوزستان نیز بیان‌گر آن بود که بین عوامل خاک و جوامع گیاهی

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

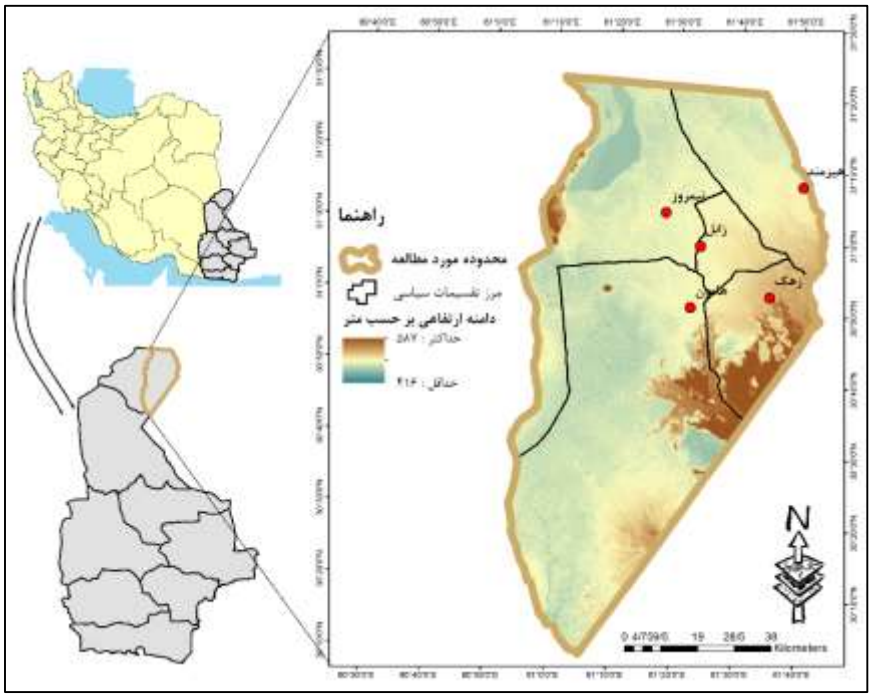
ارتباط معنی‌داری وجود دارد و مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تفکیک جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه شامل خصوصیات فیزیکی از جمله درصد شن، درصد سیلت و رطوبت اشباع و خصوصیات شیمیایی خاک همانند ازت، هدایت الکتریکی، آهک، گچ و فسفر است (۱۱،۱۴). بررسی رابطه پراکنش جوامع گیاهی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مخروط افکنه‌های جنوب غرب میامی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تفکیک جوامع گیاهی درصد گراول یا رسوبات درشت، بافت خاک و درصد نگهداشت آب در خاک است (۲). بررسی پیشینه تحقیق بیانگر آن است که عوامل محیطی از جمله ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نقشی مؤثر بر استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی دارد. این بیانگر آن است که بین خاک و گیاه رابطه متقابلی در یک بوم‌سازگانه برقرار است که شناخت آن در بوم‌سامانه‌های خشک به‌منظور ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب جهت بیابان‌زدایی و جلوگیری از تخریب محیط زیست حائز اهمیت است. از جمله مناطق خشک کشور که زوال عرصه‌های طبیعی در آن باعث سیر قهقرایی و تخریب محیط زیست آن شده، منطقه سیستان است. این ناحیه تحت تأثیر خشک‌سالی‌های اخیر، فقر پوشش گیاهی توأم با پدیده مخرب فرسایش ضمن تخریب خاک آن، باعث گسترش مناطق بیابانی شده است که این روند چالش‌های زیست‌محیطی عدیده‌ای را نیز در این منطقه به‌همراه داشته است. با توجه به موارد ذکر شده و نبود مطالعات پیشین و همچنین نظر به اهمیت نتایج حاصل از این تحقیق در بررسی ارتباط بین عوامل محیطی از جمله خاک بر پراکنش و استقرار گونه‌های گیاهی در منطقه سیستان که می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای ارائه راهکارهای مدیریتی کارآمد و سازگار با شرایط اقلیمی منطقه جهت اصلاح و احیاء پوشش گیاهی مورد توجه قرار گیرد. این تحقیق با هدف بررسی رابطه گونه‌های گیاهی با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع دشت سیستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تجزیه‌های چندگانه صورت گرفته است.

مواد و روشها

منطقه مورد پژوهش در شمال استان سیستان و بلوچستان و در محدوده دشت سیستان و شامل بخش‌هایی از شهرستان‌های زابل، هیرمند، هامون و نیمروز با مختصات جغرافیایی ′۳۰ °۶۱ – ′۲۵ °۶۱ طول شرقی و ′۲۰ °۳۱ – ′۱۰ °۳۰ عرض شمالی با حداقل، حداکثر و متوسط ارتفاع ۴۷۰، ۴۹۰ و ۴۸۰ متری از سطح دریا واقع شده است (شکل ۱). منطقه حدود ۰/۰۰۰۱ درصد شیب دارد. از لحاظ شرایط بوم‌شناختی این محدوده جزء مناطق خشک و بحرانی کشور به‌حساب می‌آید. متوسط بارندگی این منطقه حدود ۵۶ میلی‌متر است که بیشترین درصد ریزش در فصل زمستان صورت می‌گیرد. میانگین درجه حرارت گرم‌ترین و سردترین ماه سال به‌ترتیب برابر با ۳۴ (تیر ماه) و ۹/۲ (دی ماه) درجه سانتی‌گراد است. میزان رطوبت این ناحیه از کشور پایین ولی تبخیر آن بالا و در حدود ۵۰۰۰ میلی-متر در سال است که بخش عمده آن در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد اتفاق می‌افتد. از خصوصیات بارز منطقه، وزش بادهای شدید از جمله بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است. به-طوری‌که هر ساله به‌طور متوسط ۱۶۰/۷ روز از سال وزش باد همراه با طوفان و گرد و غبار همراه است که باعث متلاشی شدن زیست‌بوم آن می‌شود (۸). این محدوده بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود. منحنی آمبروترمیک زابل در شکل ۲ ارائه شده است.

از آنجا که هدف از اجرای این پژوهش بررسی همبستگی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در پراکنش گونه‌های گیاهی مراتع منطقه سیستان بود، لذا در ابتدا با استفاده از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست هشت مربوط به سال ۲۰۱۹ (۱۳۹۸)، نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه شد (شکل ۳).

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در شهرستان، استان و کشور

شکل ۲- منحنی آمبروترمیک زابل

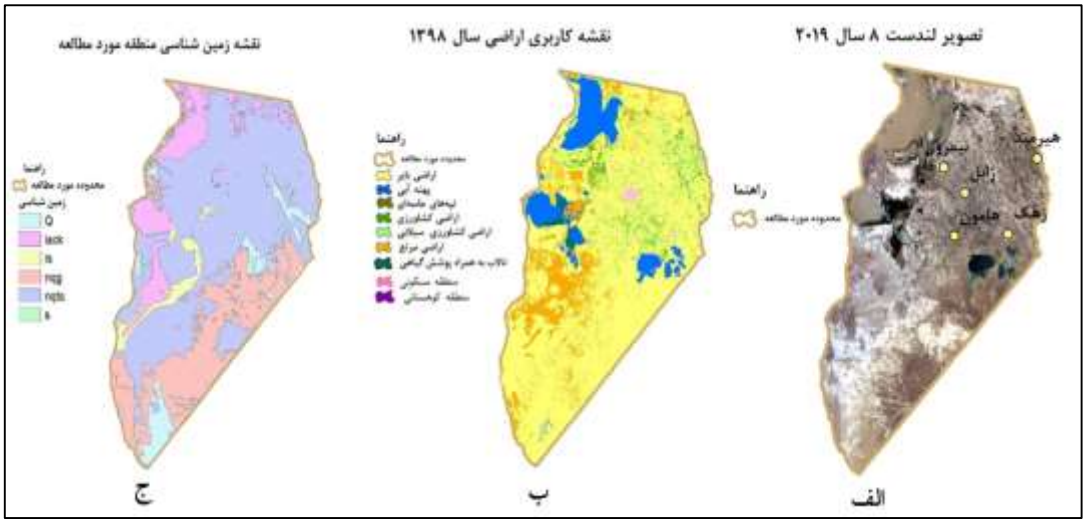
بدین منظور با انجام پیش پردازش‌ها (تصحیح رادیومتری و اتمسفری بر روی تصاویر) و ایجاد ترکیب رنگی کاذب (بر اساس شاخص مطلوبیت یا OIF)، طبقه‌بندی بر اساس روش حداکثر احتمال درست‌نمایی با استفاده از یکسری نمونه‌های آموزشی تعلیمی (تعیین نمونه‌های تعلیمی از نقاط برداشت شده طی عملیات میدانی) در محیط نرم‌افزاری ENVI 5.3 انجام و با تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، اراضی مربوط به کاربری مرتع از سایر کاربری‌های منطقه تفکیک شد (۲۰، ۱۵). مشخصات نمونه‌های تعلیمی در جدول (۱) ارائه شده است. در ادامه با توجه به این‌که محدوده مورد مطالعه از نظر ژئومورفولوژی دشتی هموار و عامل‌های شیب و تغییرات توپوگرافی در آن ناچیز است، نقشه کاربری اراضی (نقشه اراضی مرتعی) بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه تلفیق شد (۱۰). بر اساس نقشه به‌دست آمده، منطقه مورد مطالعه به شش واحد همگن تقسیم و با بررسی راه‌های دسترسی به این مناطق، طی عملیات میدانی اقدام به جمع‌آوری و شناسایی گیاهان شد (۱۲). بدین منظور با توجه به تغییرات پوشش گیاهی در هر واحد همگن، مناطق معرف (به گونه‌ای که بیانگر خصوصیات کل پوشش گیاهی

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

در هر منطقه باشد) برای نمونه‌برداری تعیین شد. برای نمونه‌برداری پوشش گیاهی منطقه از روش تصادفی-سیستماتیک استفاده شد. به‌این منظور به‌صورت تصادفی با نمود ظاهری پوشش گیاهی به صورت تصادفی اقدام به استقرار ترانسکت و پلات‌گذاری به صورت سیستماتیک انجام شد. با توجه به تنوع پوشش گیاهی از نظر خشبی یا علفی بودن و همچنین پراکنش گیاهان و مطابق با مطالعات صورت گرفته همچون عبداللهی و همکاران (۱۳) و جهان‌تیغ (۷) اندازه پلات‌ها طوری انتخاب شد که افزون‌بر مناسب بودن برای پوشش درختچه‌ای، دقت لازم برای اندازه‌گیری پوشش بوته‌ای و علفی را نیز داشته باشد. به‌این منظور سطح مناسب پلات نمونه‌برداری به روش حداقل سطح و تعداد پلات بعد از نمونه‌برداری اولیه با توجه به تغییرات پوشش گیاهی، با روش آماری تعیین شد (۱۹). بر این اساس سه ترانسکت خطی هر یک به طول ۵۰۰ متر و در فاصله ۱۵۰ متر از یکدیگر مستقر شد. بر روی هر ترانسکت در فاصله هر ۵۰ متر (۱۰پلات بر روی هر ترانسکت) از پلات‌هایی با ابعاد ۳×۳ متری جهت برداشت پوشش گیاهی استفاده شد (۹). در ادامه با تعیین پلات‌ها مختصات آن‌ها با استفاده از GPS مشخص و سپس اقدام به شناسایی گیاهان و تهیه فهرست گونه‌های گیاهی شد. همچنین درصد و تراکم تاج پوشش به تفکیک گونه‌ها در پلات‌ها نیز برآورد شد (۲). در بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تأثیر آن بر پراکنش و نوع گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه، با توجه به یکسان بودن تیپ خاک و گسترش شکلی محدوده‌های کاری (با توجه به هموار و مسطح بودن منطقه مورد مطالعه) با استفاده از روش سیستماتیک در هشت پلات از پلات‌های مستقر شده (هشت پلات از ۳۰ پلات تعیین شده در هر واحد همگن) بر اساس شکل گسترش منطقه مورد مطالعه به فواصل منظم به‌طوری‌که در هر محدوده کل سطح مطالعاتی تقریباً پوشش داده شود از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک با استفاده از اوگر ۴۸ نمونه برداشت شد (۱۹).

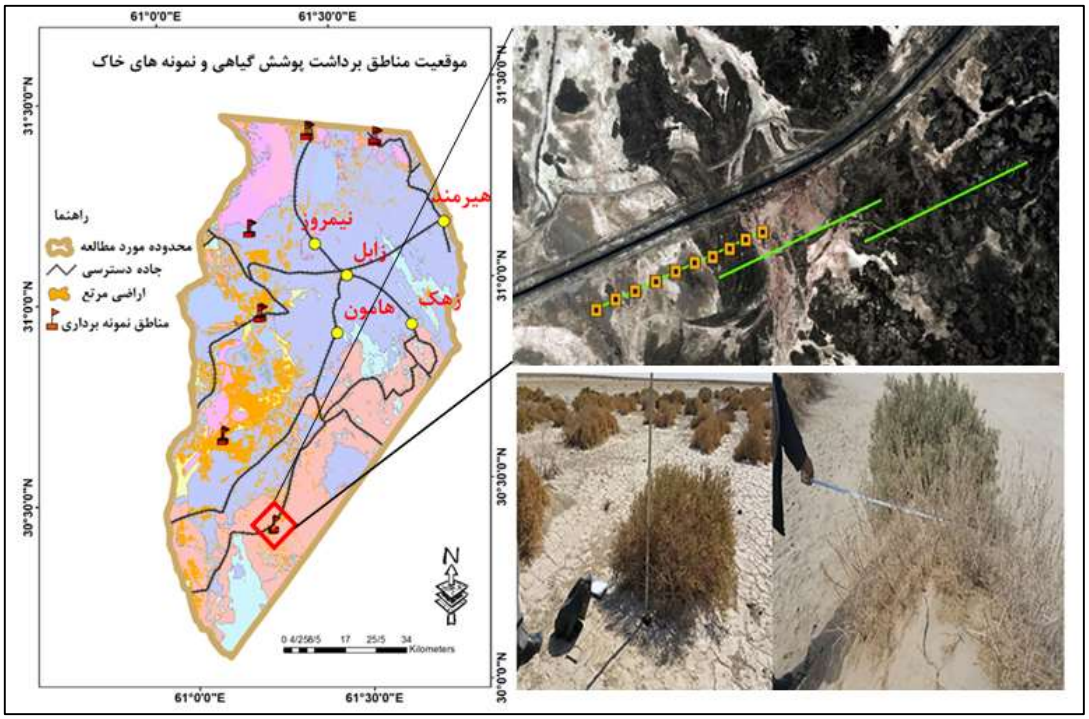
جدول ۱- تعداد نمونه‌های آموزشی برای هر طبقه کاربری اراضی

کاربری اراضی / سال	کشاورزی	کشاورزی (سیلابی)	مرتع	مناطق مسکونی	بایر	پهنه آبی	تپه‌های ماسه‌ای	تالاب به همراه پوشش جنگلی	مناطق کوهستانی
۲۰۱۹	۱۲۰	۹۰	۱۰۰	۷۰	۹۰	۴۰	۴۰	۵۰	۳۰



شکل ۳- تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست هشت (الف)، نقشه کاربری اراضی (ب)، نقشه زمین شناسی (ج)

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی



شکل ۴- موقعیت نقاط و نحوه برداشت پوشش گیاهی و نمونه‌های خاک در واحدهای همگن منطقه مورد مطالعه

در شکل (۴) موقعیت نقاط و نحوه برداشت خصوصیات پوشش گیاهی و نمونه‌های خاک اراضی مرتعی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است.

در ادامه پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های برداشت شده پس از آماده‌سازی مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد (۳۴). در بررسی ویژگی‌های شیمیایی خاک، پس از تهیه گل اشباع و با استفاده از دستگاه pH متر، اسیدیته نمونه خاک اندازه‌گیری و عصاره نمونه‌ها توسط پمپ خلأ استخراج و سپس میزان هدایت الکتریکی عصاره‌ها توسط دستگاه هدایت‌سنج برحسب دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) قرائت شد. به‌منظور تعیین درصد گچ خاک از روش استون با سود و با استفاده از روش والکلی‌بلاک درصد ماده آلی خاک اندازه‌گیری شد (۴). به‌منظور محاسبه نسبت جذب سدیم (SAR) از رابطه (۴) استفاده شد.

$$SAR= Na^{+} / \sqrt{[(Ca^{+} Mg^{+}) /۲]} \qquad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

در این معادله غلظت عناصر سدیم، کلسیم و منیزیم بر حسب میلی اکی والان بر لیتر است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: طبقه‌بندی پوشش گیاهی: به‌منظور شناخت روابط بین گونه‌ها و ویژگی‌های خاک، قبل از تجزیه و تحلیل کمی داده‌ها از روش‌های طبقه‌بندی استفاده شد. با طبقه‌بندی پوشش گیاهی مجموعه‌ای از گونه‌های گیاهی با صفات مشابه در کنار هم قرار می‌گیرند که بر اساس آن گروه‌هایی با ترکیب گیاهی مشابه به دست می‌آید که تحت عنوان جوامع گیاهی قلمداد می‌شود (۳۲). با توجه به این‌که روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی وجود دارد در این تحقیق از روش سلسله مراتبی تجمعی (تحلیل خوشه‌ای) استفاده شد. به‌منظور تعیین شاخص فاصله نیز از شاخص اقلیدسی استفاده شد.

اثر ویژگی‌های خاک بر پوشش گیاهی: در بررسی اثر خصوصیات خاک بر پوشش گیاهی میزان اثر هریک از آنها بر طبقات مختلف پوشش گیاهی حاصل از تحلیل خوشه‌ای، با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه و مقایسه

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

رسته‌بندی پوشش گیاهی: به‌منظور بررسی عوامل مؤثر در پراکنش گونه‌های مرتعی منطقه از روش‌های رسته‌بندی استفاده شد. ابتدا با تجزیه تطبیقی اریب (DCA) طول گرادیان محیطی تعیین شد. در ادامه با توجه به طول کم گرادیان محیطی (۳ > ۱/۵۷) پس از نرمال‌سازی داده‌ها از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی هشت متغیر در ۴۸ رویشگاه صورت گرفت. به‌منظور انجام تجزیه خوشه‌ای از پکیج Cluster، تجزیه تطبیقی اریب (DCA) و تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) پکیج Vegan، آزمون تجزیه واریانس از پکیج agricolae و برای ترسیم نمودار از پکیج FactoMineR در محیط نرم‌افزاری Rstudio 4.1.0 استفاده شد (۳۶، ۳۷، ۲۶).

نتایج

گیاهان موجود در فلور منطقه: بر اساس مطالعات میدانی صورت گرفته در مجموع ۱۵ گونه گیاهی و هشت تیره گیاهی در منطقه مورد بررسی شناسایی شد. بیشترین تعداد گونه مربوط به تیره *Chenopodiace* و تیره‌های *Tamarixcaceae* و *Poaceae* از نظر تعداد گونه در درجات بعدی قرار داشتند و پنج تیره دیگر با اهمیت کمتر و هرکدام با یک گونه در منطقه حضور داشته‌اند. شکل رویشی غالب منطقه کامفیت است و پس از آن به‌ترتیب مربوط به سایر شکل‌های رویشی از جمله همی‌کریپتوفیت و فانروفیت است. فرم رویشی غالب گونه‌های گیاهی مورد مطالعه نیز بوته‌ای و در رتبه بعدی درختچه و علفی است (جدول ۲).

جدول ۲- معرفی گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

فرم رویشی	علائم اختصاری	منطقه رویشی	نام فارسی	نام علمی	تیره
بوته	Al.ca	زابل، هیرمند، نیمروز، هامون[1]	خارشتر	Alhagi camelorum	Papilionaceae
علفی	Ae.li	زابل[1]، هیرمند[2]، نیمروز[2] و هامون[2]	بونو	Aeluropus littoralis	Poaceae
درخت	Ta.ap	زابل و هیرمند، نیمروز[1]، هامون[1]	گز شاهی	Tamarix aphylla	Tamarixcaceae
درختچه	Ta.st	زابل و هیرمند، نیمروز و هامون	گز	Tamarix stricta	Tamarixcaceae
علفی	Ph.co	هیرمند[2]، نیمروز[2] و هامون[2]	نی هندی(قمیش)	Phragmites commonis	Poaceae
درخت	Ha.ap	زابل و هیرمند	سیاه تاغ	Haloxylon aphylum	Chenopodiace
درخت	Ha.pe	زابل و هیرمند	زرد تاغ	Haloxylon persicum	Chenopodiace
بوته	Ha.sa	هیرمند[1]، نیمروز[1] و هامون[1]	رمس	Hammada salicornica	Chenopodiace
بوته	Ha.be	نیمروز و هامون	مارونگ	Halostachys belangeriana	Chenopodiace
بوته	Su.fr	زابل و هیرمند، نیمروز و هامون	سیاه شور	Suaeda fruticosa	Chenopodiace
بوته	Sa.cr	زابل[1] و هیرمند[1]، نیمروز[1] و هامون[1]	علف شور	Salsola crassa	Chenopodiace
بوته	Pr.st	زابل[1] و هیرمند[1]، نیمروز[1] و هامون[1]	کهورک	Prosopis stephaniana	Mimosaceae
بوته	Pe.ha	زابل[1] و هیرمند[1]، نیمروز[1] و هامون[1]	اسپند	Peganum harmala	Zygophyllaceae
علفی	Ty. la	هیرمند[2]، نیمروز[2] و هامون[2]	لوئی	Typha latifolia	Typhaceae
بوته	Ca.sp	هیرمند، نیمروز	کبر	Capparis spinosa	Capparidaceae

۱- بصورت پراکنده ۲- پس از ورود سیلاب از افغانستان رویش می‌نماید.

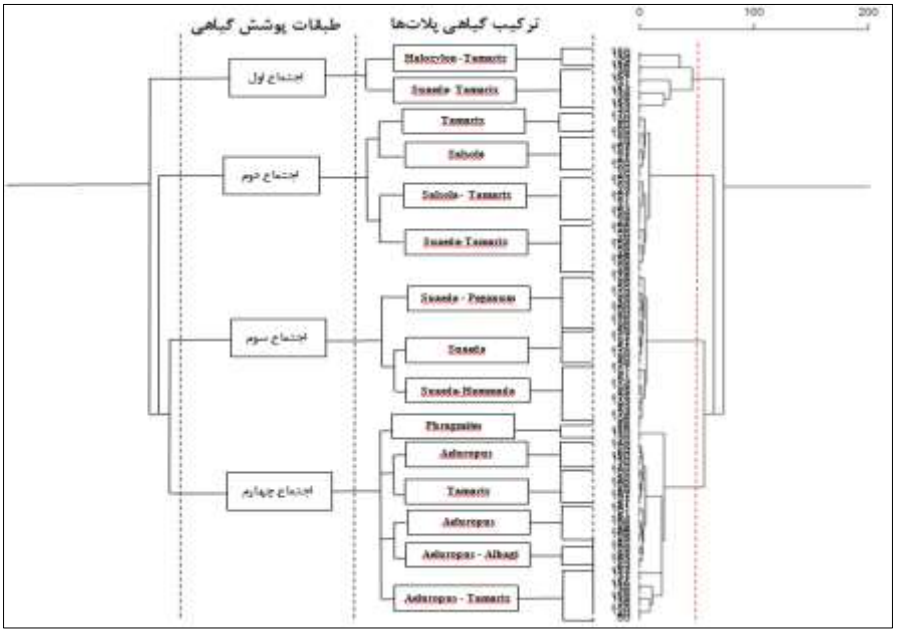
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

طبقه‌بندی پوشش گیاهی: نتایج حاصل از طبقه‌بندی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در شکل (۵) ارائه شده است. با طبقه‌بندی خوشه‌ای داده‌های اندازه‌گیری شده طی عملیات میدانی، یافته‌ها بیانگر آن است که ۱۸۰ پلات اندازه‌گیری شده مربوط به چهار زیر اجتماع گیاهی است که در ذیل به تشریح هریک از اجتماع‌های گیاهی پرداخته شده است. اجتماع یک: زیر اجتماع اول شامل ۲۴ پلات و گونه گیاهی گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گونه غالب که به‌همراه گیاهان سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*) و **سیاه شور** (*Suaeda fruticosa*) به‌ترتیب با میانگین تاج‌پوشش ۱۹، ۱۳ و ۷ درصد حضور پراکنده دارند. این گیاهان با توجه به فرم رویشی غالب (درختچه‌ای- بوته‌ای) و مورفولوژی خاص خود به خوبی در اراضی تپه‌ماهوری، شوره‌زارها و پهنه‌های فرسایشی منطقه سیستان که تحت تأثیر فرسایش بادی نیز قرار دارد، مستقر شده‌اند که شامل مناطقی از جمله محمد شاهکرم و شیله است. اجتماع دو: گونه‌های غالب در این اجتماع گیاهی نیز گیاه گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، بوده و گونه‌های **سیاه شور** (*Suaeda fruticosa*) و علف شور (*Salsola crassa*) نیز به‌صورت پراکنده در این اجتماع حضور داشته که درصد تاج‌پوشش آنها به‌ترتیب برابر با ۱۷، ۹ و ۸ درصد و شامل ۴۰ پلات می‌باشند. این اجتماع گیاهی نیز در اراضی بایر و شوره-زارها شامل بخش‌هایی از مناطق سیستان از جمله گمشاد (نوار مرزی ایران– افغانستان)، قرقری، تاسوکی، بش و شمال شهرستان نیمروز است. اجتماع سه: در زیر اجتماع سوم گونه **سیاه شور** (*Suaeda fruticosa*) با میانگین تاج پوشش ۳۳ درصد گونه غالب بوده و گونه‌های رمس (*Hammada salicornica*) و اسپند (*Peganum harmala*) (به-ترتیب با میانگین تاج پوشش ۲۴ و ۱۹ درصد) نیز به‌صورت پراکنده در این اجتماع حضور داشته است. این اجتماع بیشتر در اراضی با خاک‌های با گرایش به سمت شوری و همچنین بخشی‌های از پهنه‌های سیلگیر و در مناطقی از جمله میل نادر و کاروانسرا استقرار داشته‌اند.

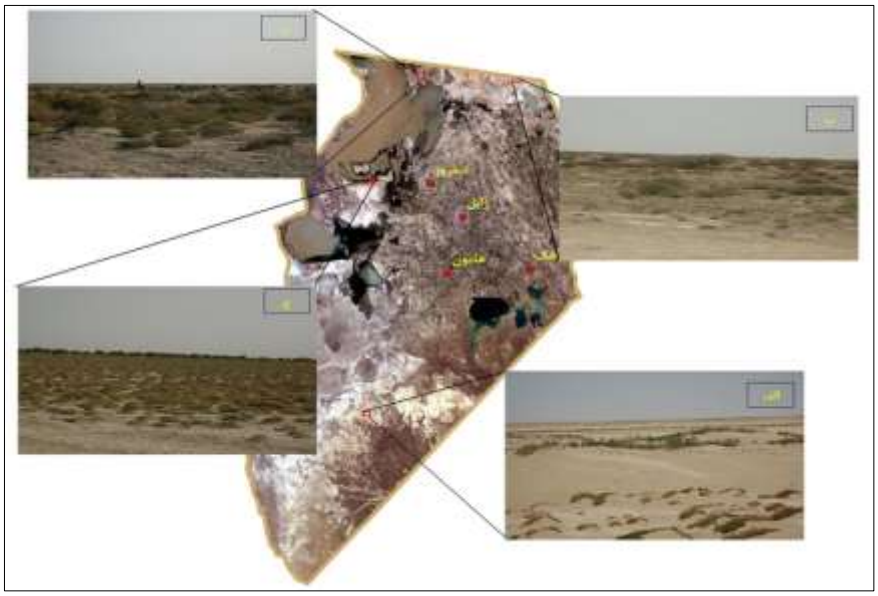
اجتماع چهار: گونه‌های غالب در این اجتماع گونه بونو (*Aeluropus littoralis*) و در رتبه بعد گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*) است و گونه‌های نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) نیز حضور فراوانی در این اجتماع داشته‌اند. میانگین تاج پوشش گونه‌های گیاهی این اجتماع به‌ترتیب برابر با ۴۳، ۳۸، ۲۴ و ۱۴ درصد است. این اجتماع گیاهی بیشتر در پهنه‌های سیلگیر و تحت تأثیر سیلاب‌های ورودی از کشور افغانستان به منطقه سیستان و در مناطقی از جمله چشمکه، مسجدک و کوه خواجه استقرار داشته‌اند. نمایی از اجتماع گونه‌های گیاهی طبقه بندی شده در شکل (۶) ارائه شده است.

مقایسه ویژگی‌های خاک در زیر اجتماعات گیاهی: نتایج تجزیه واریانس عوامل محیطی (خاک) به‌تفکیک زیر اجتماعات پوشش گیاهی در جدول (۳) ارائه شده است. با مقایسه میانگین مقادیر متغیرها در زیر اجتماعات پوشش گیاهی، یافته‌ها بیانگر آن است که متغیرهای هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، ماده آلی و درصد شن در همه زیر اجتماعات پوشش گیاهی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P<۰/۰۵). روند تغییرات سایر فاکتورهای مورد بررسی نیز در زیر اجتماعات مختلف متفاوت ولی به‌طورکلی مقادیر این متغیرها (اسدیته، گچ، درصد لای و درصد رس) در زیر اجتماع اول، دوم و سوم نسبت به اجتماع گروه چهارم اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان اسیدیته خاک برابر با ۸/۱ و مربوط به زیر اجتماع یک و کمترین مقدار آن برابر با ۷/۶ و مربوط به زیر اجتماع چهار است. بیشترین میزان هدایت الکتریکی نیز در زیر اجتماع یک و دو مشاهده شد که با سایر زیر اجتماعات اختلاف معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵).

مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7



شکل ۵- دندروگرام دو سویه حاصل از طبقه‌بندی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه



شکل۶- اجتماع گیاهی طبقه‌بندی شده در منطقه مورد مطالعه (الف: اجتماع اول، ب: اجتماع گیاهی دوم، پ: اجتماع گیاهی سوم، ج: اجتماع گیاهی چهارم)

پس از آنها زیر اجتماع سه نیز تأثیرپذیری زیادی از این عامل دارد. در مقابل اجتماع چهار کمترین مقدار این متغیر را نشان می‌دهد. مقایسه مقادیر نسبت جذب سدیم نیز بیانگر آن است که بیشترین میزان این متغیر در زیر اجتماع یک(برابر با ۱۱۷/۵) و کمترین مقدار آن در زیر اجتماع چهار (۳/۲۸) است. میزان ماده آلی خاک نیز در بین اجتماعات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار دارد ($P<0/05$).

به‌طوری‌که کمترین مقدار این فاکتور (۰/۳۴) در اجتماع اول و بیشترین مقدار آن در اجتماع چهار (۰/۶۱) است. مقایسه تغییرات مقادیر درصد گچ بیانگر آن است که زیر اجتماع یک (با بیشترین مقدار برابر با ۳ /۳)، نسبت به سایر زیر اجتماعات بیش‌تر تحت تأثیر این متغیر قرار گرفته است. در بررسی فاکتورهای فیزیکی خاک یافته‌ها بیانگر آن است که بیشترین مقدار درصد شن برابر با ۳۸/۵ درصد و

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

مربوط به زیر اجتماع یک و کمترین مقدار آن برابر با ۱۶/۱۶ درصد و به زیر اجتماع چهار مربوط است. در بررسی مقادیر درصد سیلت و رس در زیر اجتماعات گیاهی نیز یافته‌ها بیانگر آن است که تأثیرپذیری اجتماعات یک، دو و سه نسبت به اجتماع چهار در میزان درصد سیلت کمتر و در مقدار درصد رس بیشتر است و مقادیر این متغیرها در اجتماعات ذکر شده اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (P<۰/۰۵).

جدول۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (اشتباه معیار±)عوامل خاکی در اجتماعات گیاهی

اجتماعات گیاهی / عوامل خاکی	اجتماع ۱	اجتماع ۲	اجتماع ۳	اجتماع ۴	مقدارF	معنی‌داری
pH	۸/۱(±۰/۱۷) a	۸(±۰/۳۷)ab	۷/۹(±۰/۲۶)cb	۷/۶ (±۰/۱۷)d	۳۲/۸۸	۰/۰۰۰
(ds/mm)EC	۷۵/۲(±۸/۱۲)a	۱۹/۸۲(±۵/۱۷)b	۷/۱۲(±۲/۳۵)c	۱/۵(±۲/۱۲)d	۲۹۲/۱۲	۰/۰۰۰
نسبت جذب سدیم (SAR)	۱۱۷/۵(±۴/۹۱)a	۲۷/۷۶(±۰/۱۷)b	۱۴/۵۲(±۴/۴۳)c	۳/۲۸(±۵/۱۷)d	۱۹۷/۸۷	۰/۰۰۰
ماده آلی (٪)	۰/۳۴(±۰/۰۴)d	۰/۴۱(±۰/۰۲)c	۰/۴۹(±۰/۰۷)b	۰/۶۱(±۰/۰۲)a	۶۵/۲۲	۰/۰۲۱
گچ (٪)	۳/۳(±۱/۸۴) a	۰/۸۰(±۰/۰۷)b	۰/۶۰(±۰/۰۱)b	۰/۲۰(±۰/۱۳)c	۳/۳۷	۰/۰۲۷
شن (٪)	۳۸/۵(±۶/۱۱) a	۲۹/۷۵(±۴/۳۱) b	۲۲/۹۱(±۳/۲۴)c	۱۶/۱۶(±۲/۴۵) d	۳۶/۶	۰/۰۰۰
سیلت (٪)	۲۸/۱۵(±۵/۷۶) d	۳۹/۸(±۳/۱۷) c	۴۳/۵(±۵/۱۷) b	۶۱/۸۳ (±۲/۲۷)a	۸۲/۴۱	۰/۰۰۰
رس (٪)	۳۴/۱۳(±۱/۸۹)a	۳۰/۲۵(±۲/۱۹)b	۲۹/۸۶(±۱/۵۹)b	۲۰/۹۱(±۱/۸۴)c	۴۱/۹۹	۰/۰۰۰

حروف غیر مشترک در هر ردیف نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها بین اجتماعات گیاهی بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

نتایج تجزیه DCA به‌منظور تعیین گرادیان محیطی در جدول (۴) ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده با توجه به این‌که بیش‌ترین طول گردیان محیطی برابر با ۱/۵۷ و کمتر از سه است.

جدول۴- نتایج تجزیه DCA در تعیین طول گرادیان محیطی

	محور اول	محور دوم	محور سوم	محور چهارم
طول گرادیان	۱/۵۷	۰/۸۴	۰/۷۸	۰/۶۹
مقادیر ویژه	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۶

بدین منظور برای تعیین مؤثرترین عوامل محیطی که باعث پراکنش پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه می‌شود از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد (جدول۵). براساس نتایج به دست آمده مؤلفه اول۶/ ۲۱ درصد، مؤلفه دوم ۴/۸ درصد، مؤلفه سوم ۳/۶ درصد و مؤلفه چهارم ۳/۵ درصد در تبیین داده‌ها سهیم است که به‌ترتیب۷۴/۴، ۱۶/۴، ۵/۱ و ۲/۱ درصد از واریانس تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌نماید.

جدول ۵- نتایج حاصل از تجزیه (PCA) عوامل محیطی

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	واریانس توجیه شده	واریانس تجمعی
۱	۰/۲۱۶	۰/۷۴۴	۰/۷۴۴
۲	۰/۰۴۸	۰/۱۶۴	۰/۹۰۹
۳	۰/۰۳۶	۰/۰۵	۰/۹۵۹
۴	۰/۰۳۵۷	۰/۰۲۱	۰/۹۸

در بررسی همبستگی متغیرهای محیطی با مؤلفه‌های مورد بررسی، یافته‌ها بیانگر آن است که در مؤلفه اصلی اول هدایت الکتریکی، درصد شن، نسبت جذب سدیم با بیشترین بار عاملی به‌ترتیب ۰/۵۹، ۰/۵۴ و ۰/۴۴ و متغیرهای درصد گچ، اسیدیته و درصد رس با بار وزنی کم‌تر (به‌ترتیب برابر با ۰/۲۹، ۰/۲۳ و ۰/۲۲) با جهت مثبت

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

محور اول همبستگی دارد. متغیرهای درصد ماده آلی و درصد سیلت نیز با بار وزنی به‌ترتیب ۰/۶۷- و ۰/۳۹- با جهت منفی محور اول همبستگی نشان می‌دهند. از این‌رو رویشگاه گونه‌هایی که در جهت مثبت محورها قرار داشته باشند با ویژگی محورها که در جهت منفی قرار دارند، رابطه معکوس دارند. با توجه به این‌که مؤلفه اول (۷۴/۴ درصد) سهم عمده‌ای در تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند، بر این اساس از بین عوامل خاکی مورد بررسی بیش‌ترین مقدار صرف‌نظر از مثبت و منفی بودن مقادیر آنها به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. بر این اساس ویژگی‌های هدایت الکتریکی، درصد شن، ماده آلی و نسبت جذب سدیم مهم‌ترین عوامل مؤثر در تفکیک جوامع گیاهی منطقه مورد مطالعه به‌شمار می‌روند (جدول ۶).

جدول ۶- همبستگی بین گونه‌های گیاهی و ویژگی‌های محیطی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

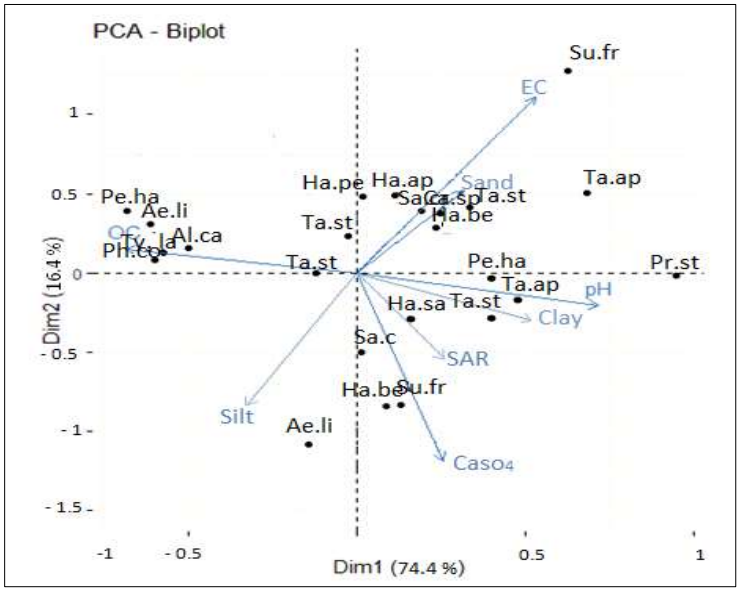
خصوصیات محیطی	مؤلفه‌ها			
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم
اسیدیته	۰/۲۲	-۰/۰۷	۰/۰۰۴۵	۰/۰۱۴۹
هدایت الکتریکی	۰/۵۹	۰/۴۷	۰/۰۲۸	-۰/۰۱۴
درصد ماده آلی	-۰/۶۷	۰/۰۵۳	-۰/۰۲۸	-۰/۰۰۳
درصد گچ	۰/۲۹	-۰/۰۲۱	-۰/۱۵	۰/۰۶۷
نسبت جذب سدیم	۰/۴۴	-۰/۰۴۱	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۹
درصد رس	۰/۲۳	-۰/۰۱۹	-۰/۲۱۷	۰/۳۶
درصد سیلت	-۰/۳۹	-۰/۰۲۳	-۰/۸۳۹	۰/۱۴
درصد شن	۰/۵۴	۰/۲۵۱	۰/۴۸	۰/۶۳

نتایج حاصل از رسته‌بندی گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در شکل (۷) ارائه شده است. در تحلیل نتایج حاصل از این نمودار فاصله نقاط معرف گونه‌های گیاهی در نمودار، بیانگر درجه تشابه یا اختلاف گونه‌ها از نظر ویژگی‌های محیطی مورد بررسی است. بر اساس نتایج به دست آمده گونه‌های گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، علف شور (*Salsola crassa*)، سیاه شور (*Suaeda fruticosa*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، زرد تاغ (*Haloxylon persicum*) و گبر (*Capparis spinosa*) که در قسمت مثبت محور اول (ربع اول) قرار دارند با ویژگی‌های هدایت الکتریکی و درصد شن رابطه مستقیم دارند. گونه‌های گیاهی بونو (*Aeluropus littoralis*)، لوئی (*Typha latifolia*)، نی هندی (*Phragmites commonis*)، خارشتر (*Alhagi camelorum*)، گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)و گز شاهی(*Tamarix aphylal*) واقع در جهت منفی محور اول (ربع دوم) رابطه مستقیم با میزان ماده آلی خاک را نشان می‌دهد. گونه‌های گیاهی موجود در ربع سوم همانند خارشتر (*Alhagi camelorum*)، بونو (*Aeluropus littoralis*) و تا حدودی گونه‌های گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*) و گز شاهی(*Tamarix aphylal*) نیز با درصد سیلت رابطه مستقیمی دارد. در ربع چهارم نیز گونه‌های گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، *Tamarix aphylla*، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، سیاه شور (*Suaeda fruticosa*)، رمس (*Hammada salicornica*)، اسپند (*Peganum harmala*)، کهورک (*Prosopis stephaniana*) و مارونگ (*Halostachys belangeriana*) با ویژگی‌های

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7

اسیدیته، درصد رس، گچ و نسبت جذب سدیم رابطه مستقیم را نشان می‌دهد. با توجه به خصوصیات معرف محور اول گونه‌های گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، علف شور (*Salsola crassa*)، سیاه شور (*Suaeda fruticosa*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، زرد تاغ (*Haloxylon persicum*)، گبر (*Capparis spinosa*)، کهورک (*Prosopis stephaniana*)، رمس (*Hammada salicornica*) و اسپند (*Peganum harmala*) با فرم رویشی بوته‌ای–درختچه‌ای به غیر از ماده آلی و درصد سیلت با سایر معرف‌های محور اول رابطه مستقیم دارد و افزایش خصوصیات هدایت الکتریکی، درصد شن، نسبت جذب سدیم و تا حدودی افزایش درصد گچ، اسیدیته و درصد رس از عوامل مؤثر بر استقرار این گونه‌های گیاهی به‌شمار می‌رود. در مجموع درصد شن، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم مهم‌ترین معرف‌های استقرار این گونه‌های گیاه در منطقه مورد مطالعه است.

گونه‌های گیاهی بونو (*Aeluropus littoralis*)، لوئی (*Typha latifolia*)، نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) با فرم رویشی غالب علفی که در جهت منفی محور اول قرار دارند نیز رابطه مستقیم با میزان ماده آلی خاک و همچنین تا حدودی نیز تحت تأثیر خصوصیات بافت خاک (درصد سیلت) قرار دارند. ولی به‌طور عمده ماده آلی معرف این گونه‌های گیاهی ذکر شده است. با بررسی مقدار فاصله نقاط معرف گونه‌های گیاهی از محور مختصات، یافته‌ها بیانگر آن است که حضور گونه گیاهی همانند گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*) و گز شاهی (*Tamarix aphylla*) با فرم رویشی درخت–درختچه‌ای در جهات مختلف محور اصلی (جهت مثبت و منفی) به دلیل نزدیکی و انطباق با محور اصلی نشان دهنده آن است که تراکم این‌گونه گیاهی در برخی نقاط با عوامل محیطی همبستگی قابل توجهی ندارند و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار داشته که بیانگر این مهم است که در برخی مناطق متأثر از عوامل غیر محیطی و عوامل انسانی است که از عمده دلایل آن می‌توان به کشت این گونه گیاهی در نقاط مختلف منطقه سیستان در غالب اجرای طرح‌های بیابان‌زدایی اشاره کرد.



شکل۷– نمودار پراکنش گونه‌های گیاهی در ارتباط با ویژگی‌های محیطی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی(PCA)
(علامت اختصاری مربوط به هریک از گونه‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارائه شده است)

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

بحث و نتیجه گیری

با طبقه‌بندی داده‌های پوشش گیاهی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای یافته‌ها نشان داد که منطقه مورد مطالعه شامل چهار اجتماع گیاهی است. نتایج نشان داد که بین مقادیر متغیرهای خاکی از جمله هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم، ماده آلی و درصد شن در زیر اجتماعات گیاهی تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P<۰/۰۵). بیشترین میزان هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و درصد شن به‌ترتیب مربوط به زیر اجتماع یک و دو و کمترین آن متعلق به زیر اجتماع گیاهی چهار و سه است. زیادی شوری با اثرات منفی سبب افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب، رشد گیاه را محدود می‌سازد (۶). علاوه برآن مقادیر نسبت جذب سدیم در خاک که بیانگر فرآیند تبادلی یون‌ها در خاک است و با افزایش آن غلظت سدیم در خاک نیز افزایش می‌یابد، تأثیر بسزایی در شوری خاک و در نتیجه رشد گیاه دارد. از این‌رو مطابق با مطالعات صورت گرفته همچون Jayawickreme et al., (۲۸)، Jiao et al., (۲۹) اعظمی و همکاران (۱) میزان شوری خاک را می‌توان از مهم‌ترین عوامل خاکی در استقرار جوامع گیاهی منطقه معرفی کرد. تفاوت در میزان درصد شن خاک به‌عنوان یکی از عوامل تعیین کنندهٔ بافت خاک در اجتماعات گیاهی منطقه مزبور نشان دهنده این است که گونه‌های مختلف گیاهی بستر رویشی متفاوتی را برای استقرار نیاز دارند. تغییر بافت خاک باعث تغییر در پراکنش گونه‌های گیاهی در این منطقه شده است که با نتایج کار زارع چاهوکی و همکاران (۱۰) که نشان داد بافت خاک از طریق میزان رطوبت، تهویه و مواد غذایی در دسترس بر روی استقرار پوشش گیاهی نقش دارد، همخوانی دارد. بررسی ماده آلی خاک نشان داد که بیشترین مقدار آن مربوط به زیر اجتماع چهار و در رتبه بعدی زیر اجتماع سه است و در مقابل کم‌ترین مقدار این متغیر مربوط به زیر اجتماع یک و دو است. بالا بودن میزان ماده آلی در اجتماعات گیاهی سه و چهار را می‌توان متأثر از فرآیند آبشویی و انتقال ماده آلی به‌همراه رسوبات سیلابی به پهنه‌های سیل‌گیر و محل رویش این جوامع گیاهی مربوط دانست که با نتایج جهان-تیغ و همکاران (۸) مبنی بر تأثیر رسوبات سیلابی بر افزایش ماده آلی خاک مطابقت دارد. در مقابل کم بودن مقادیر این متغیر در اجتماعات گیاهی یک و دو را به دلیل تلفات مواد آلی تحت تأثیر فرسایش به دلیل کاهش پوشش گیاهی مرتبط دانست (۳۱، ۳۳، ۳۹). نتایج به دست آمده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) نشان داد که متغیرهای مؤثر بر پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه را می‌توان در دو گروه ویژگی‌های فیزیکی شامل درصد شن و شیمیایی (ماده آلی، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم) خاک تقسیم‌بندی کرد. تغییرات این متغیرها نقش بسزایی در حفظ رطوبت، شوری و حاصلخیزی خاک اراضی منطقه سیستان دارد. به‌طوری‌که مطالعات پهلوان و همکاران (۴) و جهان‌تیغ (۷) نیز نشان داده است که کاهش رطوبت و حاصلخیزی خاک، افزایش شوری و به دنبال آن کاهش پایداری خاکدانه‌های و افزایش فرسایش‌پذیری از مشکلات خاک‌های سیستان است. نتایج حاصل از رسته‌بندی پوشش گیاهی نشان داد که درصد شن یکی از عوامل مؤثر استقرار پوشش گونه‌های گیاهی گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، علف شور (*Salsola crassa*)، **سیاه شور** (*Suaeda fruticosa*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، زرد تاغ (*Haloxylon persicum*) و گبر (*Capparis spinosa*) که تمایل به استقرار در خاک‌هایی با میزان بالای شن و گونه‌های گیاهی بونو (*littoralis Aeluropus*)، لوئی (*Typha latifolia*)، نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) تمایل به استقرار در خاک‌هایی با میزان درصد شن کم را دارند که این تفاوت را می‌توان متأثر از فرم رویشی برشمرد. به‌طوری‌که گونه‌های گیاهی واقع در ربع اول (از جمله گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، علف شور (*Salsola crassa*)، سیاه شور (*Suaeda*

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

fruticosa)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، زرد تاغ (*Haloxylon persicum*) دارای ریشه‌های منشعب و طویل‌تر از گونه‌های گیاهی بونو (*Aeluropus littoralis*)، لوئی (*Typha latifolia*)، نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) هستند. از این‌رو تحت تأثیر تنش آبی و خشک‌سالی، آب را از اعماق پایین خاک جذب و در اختیار گیاه قرار می‌دهد. در حالی‌که گیاهان ربع دوم دارای ریشه سطحی بوده و قابلیت سازگاری با شرایط کم آبی را ندارند و عموماً در پهنه‌های سیل‌گیر استقرار می‌یابند. در مطالعات صورت گرفته قره شخلو و همکاران (۱۷) تفاوت سازگاری گیاهانی از جمله گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) و علف شور (*Salsola crassa*) تمایل به استقرار در خاک‌هایی با بافت شنی و در مقابل گونه‌های گیاهی با ریشه‌های سطحی (از جمله بونو (*Aeluropus littoralis*)، لوئی (*Typha latifolia*)، نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) و تمایل به استقرار در خاک‌هایی با بافت سنگین‌تر اشاره شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. علاوه بر آن هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم نیز که رابطه معنی‌داری در ارتباط با توجیه پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه مذکور را نشان می‌دهد نیز تأثیر به‌سزایی بر استقرار گونه‌های گیاهی ذکر شده دارند. به‌طوری‌که استقرار گونه‌های گیاهی گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، سیاه تاغ (*Haloxylon aphylum*)، زرد تاغ (*Haloxylon persicum*)، علف شور (*Salsola crassa*) و سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) (ربع اول و چهارم) در رویشگاه‌هایی با میزان هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم بالا در مقایسه با رویشگاه‌های گونه‌های گیاهی بونو (*Aeluropus littoralis*)، *Typha latifolia*، نی هندی (*Phragmites commonis*) و خارشتر (*Alhagi camelorum*) (ربع دوم و سوم) که مقادیر این متغیرها در خاک پایین است بیانگر تأثیر مهم این فاکتورها بر تفکیک رویشگاه‌های گونه‌های گیاهی مورد مطالعه دارد. با بررسی نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی و رسته‌بندی گونه‌های گیاهی مورد مطالعه، یافته‌ها بیانگر حضور ثابت برخی گونه‌ها از جمله گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*)، گز شاهی(*Tamarix aphylal*)، علف شور (*Salsola crassa*) و سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) است. از آنجا که استقرار گونه‌های گیاهی با ویژگی‌های متفاوت خاک بیانگر دامنه بردباری و پتانسیل آنها برای سازگاری با شرایط متفاوت محیطی است (۲۲،۱۷،۱۲)، لذا استقرار این گونه‌های گیاهی در اجتماعات گیاهی مورد مطالعه را می‌توان به پتانسیل بالای آنها برای سازگاری با شرایط متفاوت محیطی مربوط دانست. به‌طوری‌که نتایج حاصل از تجزیه DCA نیز بیانگر آن است که تغییرات در محورهای دوم (۰/۸۴)، سوم (۰/۷۸) و چهارم (۰/۶۹) نسبت به محور اول (۱/۵۷) کاهش یافته که این فرآیند بیانگر آن است که در طول این محورها ترکیب گیاهی به‌طورکلی دگرگون نشده است و مطابق با نظر غفاری و همکاران (۱۶) علت این امر را می‌توان به حضور ثابت برخی گونه‌های گیاهی در جوامع گیاهی مورد مطالعه مربوط دانست که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. بنابراین با طبقه‌بندی داده‌ها، نتایج نشان داد که پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه شامل چهار زیر اجتماع گیاهی است و به‌طورکلی جنس‌های گیاهی گز درختچه‌ای (*Tamarix stricta*) و سیاه شور (*Suaeda fruticosa*) با فرم رویشی درختچه‌ای- بوته‌ای با فراوانی به‌ترتیب ۳۷/۲ و ۲۶/۵ درصد بیشترین فراوانی را در پلات‌های اندازه‌گیری شده داشته است. در مجموع بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نقش بسزایی در توزیع و پراکنش گونه‌های گیاهی در منطقه دارد. این فرآیند بیانگر وجود ارتباط متقابل بین خاک و گیاه است. به‌طورکلی هر گونه گیاهی با توجه به ویژگی‌های منطقه رویش، نیازهای اکولوژیک و دامنه بردباری با بعضی از ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی رابطه دارد که

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

شناخت این روابط در مناطق با بوم‌سازگانه‌های خشک و شکننده بستری مناسب برای اتخاذ اقدامات مدیریتی مناسب را فراهم می‌سازد. از این‌رو با توجه به بحران‌های زیست‌محیطی موجود در سیستان، پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن نیازهای اکولوژیکی گونه‌های گیاهی سازگار نسبت به ویژگی‌های خاک، اقدامات مدیریتی کارآمد برای اصلاح و احیا پوشش گیاهی در کانون‌های فرسایشی منطقه صورت گیرد تا دستاوردهای قابل قبولی برای کنترل پدیده مخرب بیابان‌زایی در سیستان را به‌همراه داشته باشد

سپاسگزاری

در اینجا لازم می دانیم از زحمات آقای محمد اکبری که در کارهای میدانی ما را یاری نمودند تقدیر و تشکر می‌نمائیم.

منابع

۱. اعظمی، ف.، حیدری، م.، فرامرزی، م و م. نادری. ۱۳۹۷. واکنش ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در رابطه با خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و بیولوژیک خاک به تخریب، بوم‌سازگانه جنگلی زاگرس، مجله پژوهش‌های گیاهی زیست شناسی ایران، (۲) ۳۱، ۴۸۹-۴۷۹.

۲. ایمنی، س.، صدوق، ح.، بهرامی، ش.، محرابیان، ا.م. و ک. نصرتی ۱۳۹۹. برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر هوایی پهباد و ارتباط آنها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مخروط افکنه‌های جنوب غرب میامی، اطلاعات جغرافیایی سپهر، (۱۱۵)۲۹، ۶۹-۴۹.

۳. پاک‌گهر، ن.، اسحاقی راد، ج.، بانج شفیعی، ع و س.ج، علوی. ۱۳۹۶. تأثیر فرکانس گونه‌ها در شناسایی الگوهای اکولوژیک در سری‌جمند نوشهر، مجله جنگل و توسعه، (۴)۳، ۳۲۸-۳۱۷.

۴. پهلوان راد، م.ر.، اکبری مقدم، ع.ر.، ده مرده، خ. کیخا، غ.، دواتگر، ن و م.م طهرانی. ۱۳۹۶. نشریه پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، (۳)۳۱، ۳۶۳-۳۷۴.

۵. جعفری، م.، م . رستمپور، الف. طویلی، م. الف. زارع چاهوکی و ج. فرزاد مهر .۱۳۸۷. آنالیز گرادیان مستقیم گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی در گروه‌های اکولوژیک مراتع زیرکوه قاین، مرتع ۲ (۴): ۳۴۳-۳۲۹.

۶. جوادی، س.، خان آرمویی، ع.، جعفری، م.، ۱۳۹۵. بررسی ارتباط فاکتورهای پوشش گیاهی و خصوصیات خاک (مطالعه موردی پارک ملی خجیر). مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران، (۲)۶۲، ۳۶۶-۳۵۳.

۷. جهان تیغ، م. ۱۳۹۵. بررسی رابطه خاک و پوشش گیاهی در سواحل رودخانه‌های مناطق خشک، نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان، دوره چهارم، شماره نهم. صفحه ۱۹۴-۱۸۱.

۸. جهان‌تیغ، م.، جهان تیغ، م.، تاج‌بخش، س. م.و ه. معماریان. ۱۳۹۷. اثر بار معلق بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دشت سیلابی رود هیرمند در سیستان، مجله پژوهش و سازندگی، (۴)۳۱، ۴۲-۳۱.

۹. رحیمی زاده، ا.، فرزادمهر، ج.، رستاقی، ع.ا و م. رمضانی گسک. ۱۳۹۲. مقایسه تأثیر کاشت گونه‌های تاغ و آتریپلکس، بر خصوصیات پوشش گیاهی و خاک مراتع دشت سلم‌آباد سربیشه، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، (۲)۱، ۱-۱۳.

۱۰. زارع چاهوکی، م.ع.، نودهی،ر و ع طویلی. ۱۳۸۹. بررسی تنوع گونه ای و رابطه آن با عوامل محیطی در مراتع اشتهارد، مجله خشکبوم، (۲)۱، ۴۱-۴۹.

۱۱. زرگری، ع. ۱۳۹۰. گیاهان داروئی، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات و چاپ. ۸۷۰ صفحه.

۱۲. شکراللهی، ش.، ح. م. مرادی و ق. ع. دیانتی تیلکی. ۱۳۹۱. بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی (مطالعهٔ موردی: بخشی از مراتع ییلاقی پلور). مجلهٔ تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۴): ۶۵۵-۶۶۸.

۱۳. شهریاری، ح.، ابراری واجاری، ک.، پیله ور، ب و م، حیدری. ۱۳۹۸. عکس‌العمل گروه‌های کارکردی گیاهی به برخی عوامل محیطی در جنگلهای کوهستانی زاگرس جنوبی (مطالعه موردی استان خوزستان-شهرستان باغ‌ملک)، مجله پژوهش‌های گیاهی، (۴)۳۲، ۷۶۳-۷۴۹.

۱۴. عبدالهی، ج.، نادری، ح.، میرجلیلی، م.ر و م.س، طباطبایی زاده. ۱۳۹۲. اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات رویشی گونه *Stipa barbata* در مراتع استپی ندوشن یزد، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۱)۲۰، ۱۴۴- ۱۳۰.

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7
مقاله پژوهشی

۱۵. قادری، ش.، امیریان چکان، ع.، کریم زاده.، دیفرخش، م و ج، پور رضایی. ۱۳۹۶. بررسی ارتباط پوشش گیاهی با عوامل خاکی با استفاده از تجزیه چند متغیره (مطالعه موردی: مراتع قشلاقی حوزه چمران استان خوزستان)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۲۴)۳، ۴۷۸-۴۹۳.

۱۶. غفاری، س.، قربانی، ا.، معمری، م.، **مصطفی‌زاده، ر.**، بیدار لرد، م.، کاکه ممی، آ. ۱۳۹۸. تغییرات در الگوی توزیع اشکال زیستی گیاهان در امتداد گرادیان ارتفاعی مراتع مغان-سبلان استان اردبیل، تاکسونومی و بیوسیستماتیک، (۱)۷۳، ۱۶۶-۱۴۹.

۱۷. قربانی، ا و ع، اصغری. ۱۳۹۳. بررسی عوامل بوم‌شناسی مؤثر بر انتشار گونه *Festuca ovina* در مراتع جنوب‌شرقی سبلان، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۲)۲۱، ۳۸۱-۳۶۸.

۱۸. قره‌شیخلو، م.ح.، وهابی، م.م و ح.ر. کریم‌زاده. ۱۳۸۹. طبقه‌بندی رویشگاه‌های مرتعی و تعیین اجتماعات گیاهی در دامنه‌های کرکس، مجله علوم آب و خاک، ۱۴ (۵۳) :۷۵-۸۶.

۱۹. محمودی، ط.، خوشحال، ج.، موسوی، س.ح و م. پورخسروانی. ۱۳۹۲. مقایسه تأثیر نبکاهای کویر سیرجان در تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، فصل‌نامه پژوهش‌های فرسایش محیطی، (۳)۳، ۷۹-۶۵.

۲۰. مصداقی، م. ۱۳۷۴ مرتع‌داری در ایران، دانشگاه امام رضا، ص۲۵۹.

۲۱. هاشمی نسب، س.ن و ر. جعفری. ۱۳۹۷. ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به‌منظور پایش بیابان‌زایی با استفاده از فن سنجش از دور، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی.: ۵ (۳) :۶۷-۸۲.

22. Alaa, M. and A. Mahgoub. 2019. The impact of five environmental factors on species distribution and weed community structure in the coastal farmland and adjacent territories in the northwest delta region, Egypt. *Heliyon Journal*, 5(4), pp. 1- 33.

23. Arila, K.E. and Gupta. 2016. Life forms and biological spectrum along the altitudinal gradient in Montane forests of Senapati district of Manipur in Northeast India. *Pleione*, 10(1), 80-89.

24. Angiolini, C., A. Nucci. M. Landi and G. Bacchetta. 2013. Distribution of endemic and alien plants along Mediterranean rivers: *A useful tool to identify areas in need of protection Comptes Rendus Biologies*, 336: 416–423.

25. El-Keblawy, A., M.A. Abdelfattah and A. Khedr. 2015. Relationships between landforms, soil characteristics and dominant xerophytes in the hyper-arid northern United Arab Emirates. *Journal of Arid Environments, 117:28-35*.

26. Enright, N.J., B.P. Miller and R. Akhter. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Khirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Journal of Arid Environments*, 61: 397-418.

27. Husson, F., J. Josse. S. Le and J. Mazet. 2020. FactoMineR: *Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining. Version 2.4*

28. Jayawickreme, D.H., C.S. Santoni. J.H. Kim. E.G. Jobbagy and R.B. Jackson. 2011. Changes in hydrology and salinity accompanying a century of agricultural conversion in Argentina. *Ecological Applications*, 21(7): 2367–2379.

29. Jiao, S., M. Zhang. Y. Wang. J. Liu and Y. Li. 2014. Variation of soil nutrients and particle size under different vegetation types in the Yellow River Delta, *Acta Ecologica Sinica*, 34: 148-159.

30. Idrissa, S., B.M. Moussa. Y. Issiaka. A. Mahamane. A.J.M. Karimou and M Saadou. 2017. Ecological Drivers of Ecosystem Diversity in Sahelian Rangeland of Niger. *Rangeland Science Journal*, 7 (3): 265-288.

31. Iturrate-Garcia, M., M.J. Brien. O. Khitun. S. Abiven. P.A. Niklaus and G. Schaepman-Strub. 2016. Interactive effects between plant functional types and soil factors on tundra species diversity and community composition. *Journal of Ecology and Evolution*, 6: 8126–8137.

32. Leps, J and P. Smilauer. 2003. Multivariate analysis of ecological data using Canoco. *Cambridge University Press, UK*. 369p.

33. Kouhgardi, E., G. Zahedi Amiri. K. Sagheb-Talebi and M. Akbarzadeh. 2011. The effects of soil characteristics and physiographic factors on the stablishment and distribution of plant species in mountain forests (Case study: Asalouyeh, South of Iran). *Journal of Biodiversity and Conservation*, 3: 456- 466.

34. Kroetsch, D. 2008. Particle size distribution: Soil sampling and methods of analysis. *2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL*: 713- 725.

35. Maechler, M., P. Rousseeuw. A. Struyf. M. Hubert and K. Hornik. 2019. Cluster: *Cluster*

مقاله پژوهشی
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.1.6.7

Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.8.

36. Mota, G.S., G.R. Luz. N.M. Mota. E. Coutinho. M.D.M. Veloso. G. W. Fernandes and Y.R.F. Nunes. 2017. Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in Southeastern Brazil. *Flora*, 238, 32-42.

37. Sperry, J.S and U.G. Hacke. 2002. Desert shrub water relations with respect to soil characteristics and plant functional type. *Journal of Functional Ecology*, 16: 367–378.

38. Zhang. J and Y. Dong. 2010. Factors affecting species diversity of plant communities and the restoration process in the loess area of china. *Ecological Engineering*, 36: 264-270.

39. Zhang. Z.G., M.M. Wang. J.K. Liu and X.W. Li. 2020. Identification of the important environmental factors influencing natural vegetation succession following cropland abandonment on the Loess Plateau, China. Peer J, 8:e10349, http://doi.org/10.7717/peer, j.10349.

Classification of vegetation cover related to some physical and chemical properties of soil in Sistan plain rangelands using satellite images and multiple analyzes

Jahantigh M.[1] and Jahantigh M.[2*]

[1] Dept. of Natural Resources, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Gorgan, Gorgan, I.R. of Iran.

[2] Dept. of Soil Conservation and Water Management, Sistan Agriculture and Edition Natural Resources Research Center, AREEO, Zabol, I.R. of Iran.

Abstract

To conduct this research, first by preparing the land use map using Landsat 8 OLI sensor images and its combination with geological map, homogeneous units were determined and sampling was done in randomly-systematically in the representative areas of each plant community. Sampling was done along 3 transects of 500m which were vertical, in each site. In each transect placed 10 plots of $3\times3m^2$ at a distance of 50 meters from each other and characteristics related to any plant including vegetative form, scientific name, genus, canopy percentage were harvested. Also, 48 soil samples were taken from a depth of 0-20cm and properties such as soil texture, organic matter, salinity, and pH and adsorption ratio sodium were measured. To classification plant communities and investigate the relationships between these communities and soil properties using cluster analysis and principal components analysis respectively in Rstudio software. According to the cluster analysis results, four plant communities were identified and tamarix *stricta* and Suaeda fruticosa plant species with shrub-shrub vegetative form had the highest frequency with 37.2% and 26.5%, respectively. Results of ANOVA indicated that there were significant differences between some soil properties in identified plant communities. There is also a relationship between the plant communities distribution and environmental factors ($p<0.05$). The results also showed that the most important factors affecting the establishment and distribution of plant communities in the study area are the percentage of sand, electrical conductivity, *sodium absorption ratio* and percentage of organic matter.

Key words: Cluster analysis, Sistan, Soil properties, vegetation cover.